

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-202906

(43)公開日 平成8年(1996)8月9日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G 07 B 15/00

G 08 G 1/017

H 04 B 1/38

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

(21)出願番号

特願平7-8148

(22)出願日

平成7年(1995)1月23日

審査請求 未請求 請求項の数1 O.L (全6頁)

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 飯塚 健二

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 森下 慶一

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72)発明者 加藤 聖樹

兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

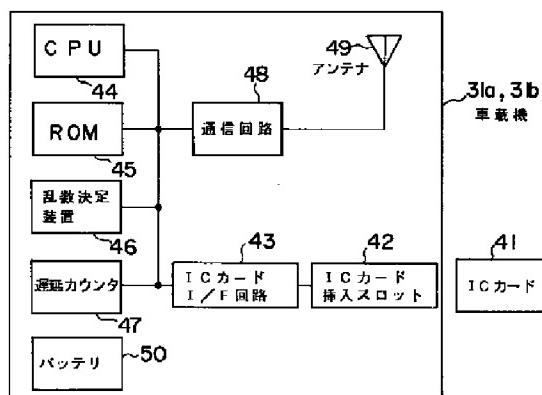
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車載機

(57)【要約】

【目的】 地上機において、複数の車載機からの返信情報が重複した場合でも、正常通信を可能にする。

【構成】 料金所の地上機から2度目に送信された呼び出し信号が、2台の車載機31a, 31b各々におけるアンテナ49、通信回路48を介してCPU44に送られる。CPU44は、上記地上機において返信情報の受信が失敗したと判断し、乱数決定装置46を作動させる。乱数決定装置46は、遅延を決める乱数を決定し、遅延カウンタ47に送出する。遅延カウンタ47は、上記乱数を基に、上記地上機から繰り返し送られてくる呼び出し信号を幾度かカウントした後、CPU44にそのことを伝える。CPU44は、ROM45から読み出した車種情報と、ICカード挿入スロット42に差し込まれているICカード41から読み出した残額情報を識別信号として上記地上機に対して送信する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 無線通信手段を備え、かつ、車両に設置されて料金所における地上機から送られる課金命令に従って課金処理を行なう車載機において、上記地上機に対して送られる複数の返信情報の重複状態を検知する手段と、この手段によって上記重複状態が検知された際に、上記地上機に対して送出する返信情報の送信タイミングにランダムな遅延を与える乱数を発生する乱数発生手段と、この手段によって得られた乱数による時間分の遅延を計数するカウンタとを具備し、上記乱数発生手段によって得られた乱数に従った遅延時間後に再び上記地上機との通信を行なうことを特徴とする車載機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、高速道路等における有料道路の料金収受設備に適用される車載機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 これまでにおける有料道路の料金収受システムでは、料金所において、係員が有料道路の利用者から直接に現金を受け取るか、あるいは、利用者に現金を自動機に投入させることにより、自動的に利用料金を收受する方法が採用されている。

【0003】 また近年、有料道路の料金所における車両渋滞の緩和の目的から、料金所での現金の受け渡し動作を省くために、ID情報を記録し、外部との無線通信が可能な非接触式のICカード等を用いた車載機を含む次世代料金収受システムの開発が盛んになって来ている。

【0004】 図4は、この発明の対象とする料金収受システムのイメージ図である。同図において、1a, 1bはガントリであり、道路面にまたがる形で設置され、その各々にアンテナ2a, 2bが取り付けられている。また、このアンテナ2a, 2bは、上記道路面の上方に設置される。また、ガントリ1a, 1bの下方を通過する車両3には、課金処理を行なう車載機4が搭載されている。車両3が上記道路面を走行してガントリ1a, 1bの下方を通過する際に、車載機4は、料金所における地上機5と、アンテナ2aまたはアンテナ2bを介してそれぞれ無線通信を行ない、課金処理を実行する。

【0005】 図5は、車載機4の構成を示すブロック図である。同図に示すように、車載機4は、アンテナ1、通信回路12、CPU13、ROM14、ICカードI/F回路15、ICカード挿入スロット16、パッテリ17から構成されている。また、ICカード挿入スロット16には、有料道路における利用料金の残額情報が記録されているICカード18が挿入される。

【0006】 図4に示す車両3が、アンテナ2aの通信領域(図示せず)に進入すると、車載機4内のCPU13は、地上機5との間で通信を行なう。この時のシーケンスを図6に示す。また、同図(a)は、地上機5からアンテナ2aを介して送られる送信情報であり、同図

(b)は、車載機4からの返信情報である。

【0007】 地上機5からは、アンテナ2aを介して同図(a)に示す呼び出し信号aを車載機4に送信する。上記呼び出し信号aは、料金所の場所情報、アンテナの番号情報等を含んでいる。次に、上記呼び出し信号aは、図5に示す車載機4のアンテナ11、通信回路12を介してCPU13に送出される。次にCPU13は、ROM14に格納されている車両3の車種情報を読み出すと同時に、ICカードI/F回路15を介してICカード18に記録されている残額情報を読み出す。

【0008】 CPU13は、読み出した上記車種情報と残額情報を通信回路12を介してアンテナ11から、図6(b)に示す識別信号bとして上記アンテナ2aを介して地上機5に返信する。この地上機5は、車載機4から送られた上記識別信号bを基に、車両3の車種に応じた利用金額情報、即ち、課金信号cをアンテナ2aを介して車載機4に送信する。次に、上記課金信号cは、アンテナ11によって受信され、CPU13に送られる。CPU13は、上記課金信号cを正常受信すると、図6(b)に示す確認信号dを、地上機5に対して返信し、一旦通信を終了する。

【0009】 上記した通信が終了した後、車両3がアンテナ2bの通信領域に進入するまでの間、車載機4内において課金処理が行なわれる。即ち、CPU13は、ICカード18に記録されている残額情報をICカードI/F回路15を介して読み出す。次に、CPU13は、地上機5から送られた課金信号cにおける課金料金額を上記残額情報から減算処理し、得られた新たな残額情報をICカード18に格納する。また同時に、地上機5は、受信した識別信号bのICカード18における残額から課金信号cにおける課金料金額を引き去り、新たな残額を計算する。

【0010】 次に、車両3がアンテナ2bの通信領域に進入すると、地上機5と車載機4内のCPU13は、上記減算処理の確認の通信を行なう。この時の過程は、図6に示すシーケンスと同様である。例えば、地上機5は、アンテナ2bを介して呼び出し信号aを車載機4に送信する。車載機4は、上記した過程と同様にして新たな残額情報を含む識別信号bを地上機5に返信する。この後、地上機5は、返信された識別信号bにおける新たな残額情報を、先に計算によって求めた新たな残額情報を一致するかどうか確認した後、上記減算処理、つまり課金処理が正常であることを示す課金信号cを車載機4に対して送信する。課金信号cを受信した車載機4は、上記した過程と同様にして正常通信の確認信号dをアンテナ2bを介して地上機5に返信する。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】 上記した図4、図5に示す車載機4においては、アンテナ2aあるいはアンテ

ナ2 bの通信領域内に、もし複数台、例えば2台の車両3、即ち車載機4が同時に進入した場合、上記地上機5との正常な通信を行なうことができない。この時の通信シーケンスを図7を用いて説明する。

【0012】同図(a)は、料金所における地上機5からアンテナ2 aを介して送信される情報であり、同図(b), (c)は、それぞれ第1、第2の車載機4からの返信情報を示す。

【0013】第1及び第2の車両3が、同時に上記アンテナ2 aの通信領域内に進入した際に、地上機5は、アンテナ2 aを介して同図(a)に示す呼び出し信号a1を送信する。送信された呼び出し信号a1は、第1及び第2の車両3それぞれに搭載された第1、第2の車載機4によって受信される。一定時間後、第1、第2の車載機4は、それぞれ識別信号b11, b21をアンテナ11, 2 aを通じて地上機5に同時に返信する。しかし、地上機5は、重複して受信した識別信号b11, b21の内容を認識することができず、再び、上記信号a1と同じ内容の呼び出し信号a2を送信する。次に、第1、第2の車載機4は、上記呼び出し信号a2に応答して再び同時に、それぞれ上記信号b11, b21と同じ内容の識別信号b12, b22を返信する。即ち、第1、第2の車載機4から送られる返信情報の衝突が連続すること、つまり上記した通信が繰り返されるので、このままでは地上機5との正常通信を実施できなくなるという問題があった。

【0014】この発明は上記実情に鑑みてなされたもので、地上機に対して送られる返信情報が重複しても正常通信を行なうことが可能な車載機を提供することを目的とする。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】この発明は、無線通信手段を備え、かつ、車両に設置されて料金所における地上機から送られる課金命令に従って課金処理を行なう車載機において、上記地上機に対して送られる複数の返信情報の重複状態を検知する手段と、この手段によって上記重複状態が検知された際に、上記地上機に対して送出する返信情報の送信タイミングにランダムな遅延を与える乱数を発生する乱数発生手段と、この手段によって得られた乱数による時間分の遅延を計数するカウンタとを具備し、上記乱数発生手段によって得られた乱数に従った遅延時間後に再び上記地上機との通信を行なうことを特徴とする。

#### 【0016】

【作用】地上機が送出した呼び出しの信号に応答して、走行する複数の車両各々に搭載される車載機から同時に送出された返信情報を、上記地上機は識別できずに再度上記呼び出しの信号を送出する。この信号を受信した複数の車載機は、それぞれ乱数発生手段を作動させ、各々に乱数を得る。次に、各車載機は、それぞれ得た上記乱数を基にカウンタの動作によってランダムな遅延時間の

後、返信情報を上記地上機に対し、タイミングをずらして個別に送出する。この後、各車載機は、上記地上機と個別に通信を行なう。

【0017】上記のように、車載機から地上機に送出する返信情報の送信タイミングにランダムな遅延時間を与えることにより、地上機に対して送られる複数の返信情報が重複することによる通信の失敗を防ぐことができ、通信信頼性の向上が図れる。

#### 【0018】

10 【実施例】以下、図面を参照してこの発明の一実施例を説明する。図1は、この発明の対象とする料金収受システムのイメージ図である。同図に示す料金収受システムは、上記図4において説明した構成及び機能と同じであるが、2台の車両各々に搭載される車載機と地上機との間で通信を行なう点のみが異なっている。従って、車両及び詳細を後述する車載機を除き、図4と同一番号を付与して詳しい説明は省略する。

【0019】図1に示すように、2台の車両3 a, 3 b各々には、車載機31 a, 31 bが搭載されている。次に、図2を用いて車載機31 a, 31 bについて説明する。図2は、この発明の一実施例に係る車載機31 a, 31 bの構成を示すブロック図である。

【0020】図2において、41はICカードであり、有料道路の利用料金の残額情報等が書替え可能に格納されている。ICカード41は、ICカード挿入スロット42に挿入され、ICカードI/F回路43を介してCPU44に接続される。

【0021】また、CPU44は、ROM45、乱数決定装置46、遅延カウンタ47に接続される。また、CPU44は、通信回路48、アンテナ49を介し、図1に示すアンテナ2 aあるいはアンテナ2 bを通じて料金所における地上機5との通信処理を行なう。即ち、ROM45に格納されている車種情報及びICカード41に記録されている有料道路の利用料金の残額情報を返信情報として地上機5に対して送信したり、地上機5から送信された課金情報を基に、ICカード41に対する課金処理を行なう。また、CPU44は、地上機5に対して送られる複数の返信情報の重複状態を検知する手段として作用する。即ち、CPU44は、車載機31 a, 31 bから地上機5に対してそれぞれ送られた返信情報が重複している状態を検知して乱数発生手段である乱数決定装置46を作動させることにより、地上機5に送るべき返信情報のタイミングをランダムに遅延させる。この他、CPU44は、上記地上機5から送信される課金情報等を受信した際に、確認の信号を送出する。

【0022】乱数決定装置46は、CPU44からの命令に従い、上記タイミングを決める乱数を決定する。遅延カウンタ47は、乱数決定装置46において決められた乱数に従って遅延する分の呼び出し信号を計数する。

50 また、車載機31 a, 31 bは、主にカーバッテリや電

池を用いたバッテリ50によって電源供給が行なわれる。

【0023】また、車載機31a, 31bは、ICカード挿入スロット42、ICカードI/F回路43、CPU44、ROM45、乱数決定装置46、遅延カウンタ47、通信回路48、アンテナ49、バッテリ50によつて構成される。

【0024】次に上記実施例の動作について説明する。図1において、ガントリ1aに設置されるアンテナ2aの通信領域(図示せず)に、2台の車両3a, 3bが同時に進入すると、その各々に搭載されている車載機31a, 31bに対して地上機5から、図3(a)に示す呼び出し信号a1が上記アンテナ2aを介して送信される。ここで、車載機31aの動作について図2を用いて説明する。

【0025】上記呼び出し信号a1は、図2に示す車載機31aのアンテナ49、通信回路48を介してCPU44に送られる。CPU44は、呼び出し信号a1を受信すると、ROM45に格納されている車両3aの車種情報を読み出すと同時に、ICカード挿入スロット42に差し込まれているICカード41に格納されている残額情報をICカードI/F回路43を介して読み出す。CPU44は、上記車種情報と残額情報を車載機31aからの返信情報、つまり図3(b)に示す識別信号b11として通信回路48、アンテナ49を介し、上記アンテナ2aを通じて地上機5に返信する。

【0026】一方、上記した過程と全く同様にして、車載機31bからも図3(c)に示す識別信号b21が、識別信号b11とともに地上機5に返信される。即ち、上記地上機5は、同時に2台の車載機31a, 31bから送られる識別信号b11, b21を受信するが、その内容を認識することができず、再び上記信号a1と同じ内容の図3(a)に示す呼び出し信号a2を送信する。この呼び出し信号a2は、上記した過程と同様にして再びCPU44に伝えられる。この時点で、車載機31a内のCPU44は、地上機5において通信処理が失敗したことを認識し、乱数決定装置46を作動させる。次に、乱数決定装置46は、識別信号b11を地上機5に対して再度送信する遅延タイミングを決める乱数を決定し、遅延カウンタ47に送出する。

【0027】この場合、遅延カウンタ47は、上記乱数を基にして、地上機5から、再び送られてくる図3(a)に示す呼び出し信号a3(識別信号b11, b21が地上機5において重複した後、例えば2回目に再度送られてくる信号)までをカウントした後、そのことをCPU44に伝達する。CPU44は、遅延カウンタ47から上記呼び出し信号a3までカウントした通知を受け取ると、再び、上記した過程を経て読み出した車両3aの車種情報及び車載機31aにおけるICカード41内の残額情報を識別信号b11として通信回路48、アンテナ

49を介し、上記アンテナ2aを通じて地上機5に再び送信する。

【0028】地上機5は、上記識別信号b11を受け取ると、この信号を基にして車両3aの車種に応じた利用金額の情報を図3(a)に示す課金信号c11として車載機31aに対して送信する。課金信号c11は、上記した過程と同様にしてCPU44に伝達される。CPU44は、上記課金信号c11を受信したことを表す確認信号d11を地上機5に対して返信する。この時点で車載機31a内のCPU44は、地上機5との通信処理を一旦終了する。

【0029】また一方、車載機31b内においては、上記呼び出し信号a2がCPU44によって受信され、地上機5における識別信号b11, b21の重複状態(通信処理の失敗)が検知された後、上記した過程と同様にして、乱数決定装置46によって決定された乱数に従い、遅延カウンタ47によってこの場合は、地上機5から送られる図3(a)に示す呼び出し信号a4(識別信号b11, b21が地上機5において重複した後、例えば3回目に再度送られてくる信号)までがカウントされる。即ち、車載機31b内のCPU44は、図3(c)に示す上記信号a4を受信した後に、地上機5に対して識別信号b21を送信する。この後、上記した車載機31aにおける通信過程と同様にして、地上機5と車載機31b内のCPU44との間で課金信号c21、確認信号d21のやり取りが行なわれる。

【0030】図2に示す車載機31a内のCPU44は、上記確認信号d11を地上機5に対して送信した後、ICカード挿入スロット42に差し込まれているICカード41内の残額情報をICカードI/F回路43を介して読み出す。CPU44は、地上機5から送られた課金信号c11における課金額を上記残額情報から減算処理し、得られた新たな残額情報をICカードI/F回路43を通じてICカード41に格納、即ち残額情報の書き替えを行なう。また、車載機31b内のCPU44も、上記確認信号d21を送出後に同様の処理を行なう。また、上記した車載機31a, 31b各々のICカード41に対する課金処理が行なわれると同時に、地上機5は、受信した車載機31a, 31b各々の識別信号b11, b21におけるICカード41の残額から、それぞれ課金信号c11, c21の課金料金額を引き去り、新たな残額を計算する。

【0031】次に、図1に示す車両3a, 3bが、ガントリ1bに設置されるアンテナ2bの通信領域に同時に進入すると、地上機5は、車載機31a, 31b各々のCPU44と上記減算処理の確認の通信を行なう。この時の通信シーケンスは、図3と同様である。例えば、地上機5は、アンテナ2bを介して呼び出し信号a1を送出する。車載機31a, 31b各々のCPU44は、上記した過程と同様にして地上機5に対し、それぞれタイ

ミングをずらして識別信号 b11, b21を返信する。地上機 5 は、送られてきた識別信号 b11における新たな残額情報と、先に計算して求めた車載機 31a における I C カード 41 の新たな残額情報を比較し、課金正常を示す課金信号 c11 を送出する。この課金信号 c11 に対して、車載機 31a の CPU 44 は、確認信号 d11 をアンテナ 2a, 2b を介して地上機 5 に返信し、全ての動作を終了する。また、地上機 5 に送られた上記識別信号 b21 に対しても上記した動作と全く同様な処理が行なわれる。

【0032】上記のように、CPU 44 が地上機 5 における、2台の車載機 31a, 31b からの返信情報の重複状態を検知して乱数決定装置 46 を作動させ、得られた乱数から、遅延カウンタ 47 によって地上機 5 に送出する情報の送信タイミングにランダムな遅延時間を与えることにより、上記重複状態の発生を回避することができる。従って、上記重複状態による CPU 44 と地上機 5との通信不能を防止するので、通信の信頼性の向上を図ることができる。なお、この発明については、車両が3台以上、つまり車載機が3台以上の場合についても正常通信が行なわれることは当然である。

#### 【0033】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、乱数発生手段及びカウンタにより、車載機から地上機に対して送出する返信情報の送信タイミングにランダムな遅延を与えるため、上記車載機から上記地上機に対して送出した返信情報と他の車載機からの返信情報との重複の連続による通信の失敗を防止することができる。また、これにより、通信信頼性の向上を図ることが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の対象とする料金収受システムのイメージ図。

【図2】この発明の一実施例に係る車載機のブロック構成図。

【図3】同実施例における車載機の返信情報の重複回避の通信シーケンスの例を示す図。

【図4】この発明の対象とする料金収受システムのイメージ図。

10 【図5】従来における車載機のブロック構成図。

【図6】従来における車載機と地上機間における通常の通信シーケンスを説明する図。

【図7】従来において問題となる複数の車載機からの返信情報の重複を説明する図。

#### 【符号の説明】

1a, 1b ガントリ

2a, 2b アンテナ

3a, 3b 車両

5 地上機

20 31a, 31b 車載機

41 I Cカード

42 I Cカード挿入スロット

43 I Cカード I/F回路

44 CPU

45 ROM

46 乱数決定装置

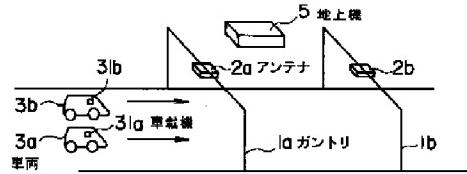
47 遅延カウンタ

48 通信回路

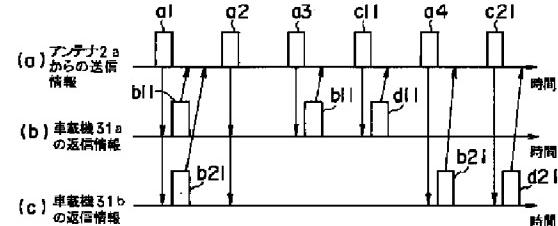
49 アンテナ

30 50 バッテリ

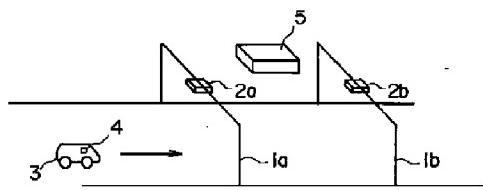
【図1】



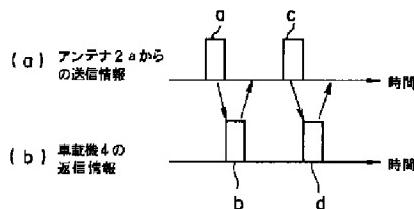
【図3】



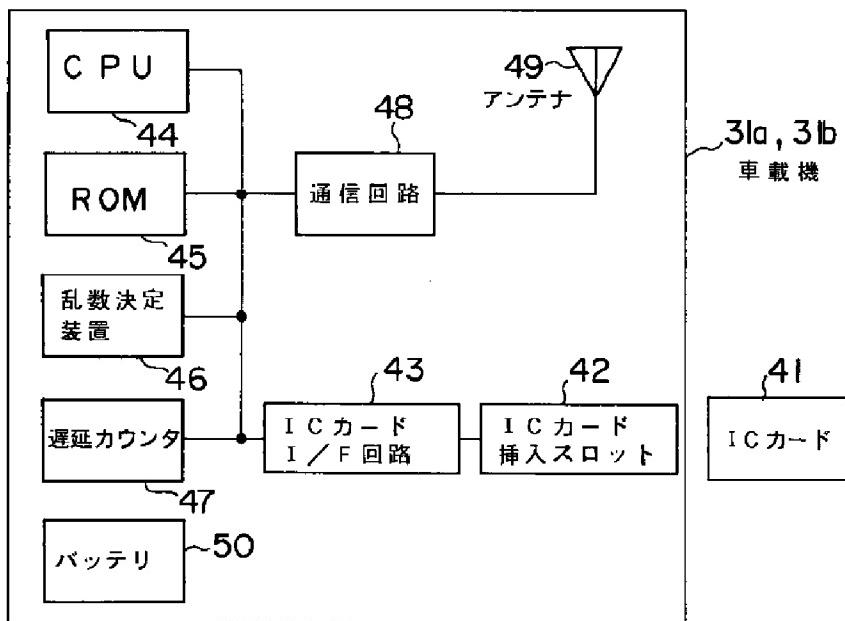
【図4】



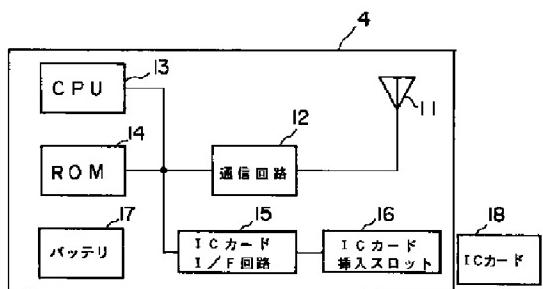
【図6】



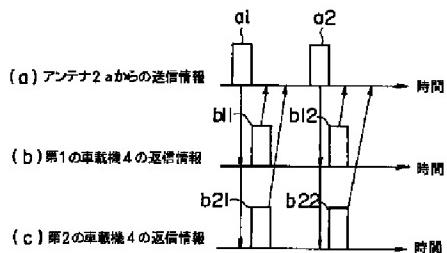
【図2】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 公之

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1

号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

(19) Japan Patent Office (JP)  
(12) Publication of Patent Application (A)  
(11) Japanese Patent Laid-Open Number: Tokkai. Hei. 8-202906  
(43) Laid-Open Date: Heisei 8-8-9 (August 9, 1996)  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup> Identification Office FI Technical  
Code Reference Manifestation  
510 Number Part  
G07B 15/00  
G08G 1/017  
H04B 1/38

Request for Examination: Not Requested

Number of Claims: 1 OL (6 pages in total)

(21) Application Number: Tokugan. Hei. 7-8148  
(22) Filed Date: Heisei 7-1-23 (January 23, 1995)  
(71) Applicant: 000006208  
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.  
2-5-1 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo  
(72) Inventor: Kenji Iizuka  
c/o Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.  
Takasago Research and Development Center  
2-1-1 Arai-cho Shinhama, Takasago, Hyogo  
(72) Inventor: Keiichi Morishita  
c/o Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.  
Takasago Research and Development Center  
2-1-1 Arai-cho Shinhama, Takasago, Hyogo  
(72) Inventor: Masaki Katoh  
c/o Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.  
Takasago Research and Development Center  
2-1-1 Arai-cho Shinhama, Takasago, Hyogo  
(74) Agent: Patent Attorney, Takehiko Suzue  
To be continued to the last page.

(54) [Title of the Invention] ON-VEHICLE DEVICE

(57) [Abstract]

[Object] To enable a ground device to perform normal communications even when pieces of reply information from multiple on-vehicle device overlap with each other.

[Constitution] The second call signal transmitted from a ground device at a toll gate is transferred to a CPU 44 in each of two on-vehicle devices 31a, 31b via an antenna 49 and a communication circuit 48. The CPU 44 judges that the ground device has failed to receive reply information, and activates a random-number determinator 46. The random-number determinator 46 determines a random number to determine a delay, and sends the random number to a delay counter 47. On the basis of the random number, the delay counter 47 counts how many call signals are repeatedly transmitted from the ground device, and notifies the CPU 44 of the counting. The CPU 44 transmits information on the automobile classification read from a ROM 45 and information on the remaining balance read from an IC card 41 inserted in an IC card insertion slot 42 as an identification signal to the ground device.

[Scope of Claim]

[Claim 1]

An on-vehicle device which includes radio communication means, which is mounted on a vehicle, and which performs a debiting process according to a debit instruction transmitted from a ground device at a toll gate, the on-vehicle device characterized by comprising:

means which detects an overlapping state of a plurality of pieces of reply information transmitted to the ground device;

random-number generating means which generates a random number for randomly delaying a transmission timing of sending reply information to the ground device, when the overlapping state is detected by the detecting means; and

a counter which counts the number for a delay time due to the random number obtained by the random-number generating means, characterized in that

the on-vehicle device performs again the communications with the ground device after the delay time according to the random number obtained by the random-number generating means.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Industrial Application]

The present invention relates to an on-vehicle device used in a toll collection facility for a toll road in an expressway or the like.

[0002]

[Prior Art]

A toll collection system in a toll road adopts a method in which an attendant at a toll gate receives cash directly from a user of the toll road, or in which the user puts cash into an automatic machine so that a toll charge can be collected automatically.

[0003]

Moreover, in recent years, a next-generation toll collection system has been developed for the purpose of alleviating congestion at a tollgate in the toll road. An

on-vehicle device has also been developed in such a toll collection system to eliminate the payment by cash at the toll gate for that purpose. The on-vehicle device records ID information, and uses a contactless IC card or the like, capable of radio communication with an external device.

[0004]

Fig. 4 is an image view of a toll collection system which is a subject of the present invention. In the drawing, reference symbols 1a, 1b denote gantries disposed so as to straddle the road surface. The gantries are provided with antennas 2a, 2b, respectively. The antennas 2a, 2b are disposed above the road surface. Moreover, a vehicle 3 passing under the gantries 1a, 1b is mounted with an on-vehicle device 4 for a debiting process. When the vehicle 3 running on the road surface passes under the gantries 1a, 1b, the on-vehicle device 4 performs the debiting process by radio communications via the antenna 2a or 2b with a ground device 5 at the toll gate.

[0005]

Fig. 5 is a block diagram showing the configuration of the on-vehicle device 4. As shown in the drawing, the on-vehicle device 4 includes an antenna 11, a communication circuit 12, a CPU 13, a ROM 14, an IC card I/F circuit 15, an IC card insertion slot 16, and a battery 17. Moreover, an IC card 18 which records information on a remaining balance for the toll charge on a toll road, is inserted in the IC card insertion slot 16.

[0006]

When the vehicle 3 shown in Fig. 4 enters a communication area (unillustrated) of the antenna 2a, the CPU 13 in the on-vehicle device 4 communicates with the ground device 5. The sequence at this time is shown in Fig. 6. The part (a) of the drawing indicates information transmitted from the ground device 5 via the antenna 2a. The part (b) of the drawing indicates information replied from the on-vehicle device 4.

[0007]

The ground device 5 transmits a call signal a shown in

the part (a) of the drawing, to the on-vehicle device 4 via the antenna 2a. The call signal a includes information on the position of the toll gate, information on the number of the antenna, and the like. Then, the call signal a is sent to the CPU 13 via the antenna 11 and the communication circuit 12 of the on-vehicle device 4 shown in Fig. 5. Next, the CPU 13 reads information on the automobile classification of the vehicle 3, stored in the ROM 14, and simultaneously reads the information on the remaining balance, recorded in the IC card 18 that is inserted in the IC card insertion slot 16, via the IC card I/F circuit 15.

[0008]

The CPU 13 replies with the information on the automobile classification and on the remaining balance thus read as an identification signal b shown in Fig. 6(b) from the antenna 11 via the communication circuit 12 to the ground device 5 via the antenna 2a. The ground device 5 transmits, to the on-vehicle device 4 via the antenna 2a, a debit signal c, i.e., information on the toll charge according to the automobile classification of the vehicle 3 and based on the identification signal b transmitted from the on-vehicle device 4. Then, the debit signal c is received by the antenna 11, and forwarded to the CPU 13. When the CPU 13 receives the debit signal c correctly, the CPU 13 replies with a confirmation signal d shown in Fig. 6(b) to the ground device 5, and temporarily terminates the communication.

[0009]

After the termination of the communication, a debiting process is performed in the on-vehicle device 4 until the vehicle 3 enters a communication area of the antenna 2b. To be more specific, the CPU 13 reads the information on the remaining balance recorded in the IC card 18 via the IC card I/F circuit 15. Subsequently, the CPU 13 performs a subtraction process to subtract the amount of the toll to be debited in the debit signal c that the ground device 5 has transmitted, from the amount in the information on the remaining balance, and

stores newly-obtained information on the remaining balance into the IC card 18. At the same time, the ground device 5 subtracts the amount of the toll to be debited in the debit signal c from the remaining balance of the IC card 18 in the received identification signal b, and a new remaining balance is calculated.

[0010]

Next, when vehicle 3 enters a communication area of the antenna 2b, the ground device 5 and the CPU 13 in the on-vehicle device 4 communicate with each other to confirm the subtraction process. The manner at this time is the same as the sequence shown in Fig. 6. For instance, the ground device 5 transmits a call signal a to the on-vehicle device 4 via the antenna 2b. The on-vehicle device 4 replies with an identification signal b including the newly obtained information on the remaining balance to the ground device 5 in the same manner as described above. Thereafter, the ground device 5 confirms whether the new information on the remaining balance in the replied identification signal b matches the new information on the remaining balance previously calculated. Then, the ground device 5 transmits, to the on-vehicle device 4, a debit signal c indicating that the subtraction process, that is, the debiting process, is correct. Upon the receipt of the debit signal c, the on-vehicle device 4 replies with a confirmation signal d about the normal communication to the ground device 5 via the antenna 2b in the same manner as described above.

[0011]

[Problems to be Solved by the Invention]

Regarding the on-vehicle device 4 shown in Fig. 4 and Fig. 5, if several, for example, two vehicles 3 or on-vehicle devices 4 simultaneously enter the communication area of the antenna 2a or the antenna 2b, the correct communications with the ground device 5 cannot be performed. Description will be given of the communication sequence at this time with use of Fig. 7.

[0012]

The part (a) of the drawing indicates information transmitted from the ground device 5 at the toll gate via the antenna 2a. The parts (b) and (c) of the drawing indicate information replied from the first and second on-vehicle devices 4.

[0013]

When the first and second vehicles 3 concurrently enter the communication area of the antenna 2a, the ground device 5 transmits a call signal a1 shown in the part (a) of the drawing via the antenna 2a. The transmitted call signal a1 is received by each of the first and second on-vehicle devices 4 respectively mounted on the first and second vehicles 3. After a certain period, the first and second on-vehicle devices 4 concurrently reply with identification signals b11, b21, respectively, to the ground device 5 via the antennas 11, 2a. However, the ground device 5 cannot recognize the contents of the overlapping identification signals b11, b21 thus received. The ground device 5 retransmits call signals a2 having the identical contents to those of the signal a1. Then, the first and second on-vehicle devices 4 respond to the call signals a2, and again reply with identification signals b12, b22 having the identical contents to those of the signals b11, b21 concurrently. In other words, the pieces of reply information transmitted from the first and second on-vehicle devices 4 are continuously conflicted with each other. The confliction or the repetition of such communications results in a problem that the normal communications with the ground device 5 cannot be performed.

[0014]

The present invention has been made in consideration of the above circumstance. An object of the present invention is to provide an on-vehicle device capable of normal communications even when pieces of reply information transmitted to a ground device overlap with each other.

[0015]

[Means for Solving the Problems]

The present invention is an on-vehicle device which includes radio communication means, which is mounted on a vehicle, and which performs a debiting process according to a debit instruction transmitted from a ground device at a toll gate. The on-vehicle device is characterized by including: means which detects an overlapping state of multiple pieces of reply information transmitted to the ground device; random-number generating means which generates a random number for randomly delaying a transmission timing of sending reply information to the ground device, when the overlapping state is detected by the detecting means; and a counter which counts the number for a delay time due to the random number obtained by the random-number generating means. The on-vehicle device is characterized in that the communications with the ground device are again performed after the delay time according to the random number obtained by the random-number generating means.

[0016]

[Operations]

A ground device cannot recognize pieces of reply information concurrently sent from on-vehicle devices respectively mounted on multiple running vehicles, the information transmitted in response to calling signals sent by the ground device. The ground device sends the above calling signals again. The multiple on-vehicle devices having received the signals activate random-number generating means, respectively, to obtain random numbers. Then, the on-vehicle devices individually send reply information to the ground device at separate timings from each other after a random delay time, according to operations of counters on the basis of the respectively obtained random numbers. Thereafter, each of the on-vehicle devices individually communicates with the ground device.

[0017]

As described above, by providing the random delay time to the transmission timings at which the pieces of reply

information are sent to the ground device from the on-vehicle devices, it is possible to prevent a communication failure due to the overlapping multiple pieces of reply information transmitted to the ground device, thereby improving the communication reliability.

[0018]

[Embodiments]

Hereinafter, description will be given of one embodiment of the present invention with reference to the drawings. Fig. 1 is an image view of a toll collection system which is a subject of the present invention. The toll collection system shown in the drawing has the same configuration and function as those described in the above Fig. 4. The only exception is that an on-vehicle device mounted on each of two vehicles and a ground device communicate with each other. Accordingly, except for the vehicles and the on-vehicle devices to be described later in details, the same reference numerals are provided to those in Fig. 4, and specific description will be omitted.

[0019]

As shown in Fig. 1, two vehicles 3a, 3b are provided with on-vehicle devices 31a, 31b, respectively. As follows, description will be given of the on-vehicle device 31a, 31b by use of Fig. 2. Fig. 2 is a block diagram showing the configurations of the on-vehicle devices 31a, 31b according to one embodiment of the present invention.

[0020]

In Fig. 2, reference numeral 41 denotes an IC card storing, for example, information on the remaining balance for a toll charge on a toll road in a way that the information can be rewritten. The IC card 41 is inserted in an IC card insertion slot 42, and is connected to a CPU 44 via an IC card I/F circuit 43.

[0021]

The CPU 44 is connected to a ROM 45, a random-number determinator 46, and a delay counter 47. The CPU 44 performs a communication process with the ground device 5 at the toll

gate through the antenna 2a and the antenna 2b shown in Fig. 1 via a communication circuit 48 and an antenna 49. Specifically, the CPU 44 transmits, to the ground device 5, information on the automobile classification stored in the ROM 45 and on the remaining balance for a toll charge on a toll road recorded in the IC card 41 as reply information. The CPU 44 performs a debiting process for the IC card 41 on the basis of debit information transmitted from the ground device 5. Moreover, the CPU 44 operates as means for detecting an overlapping state of multiple pieces of reply information transmitted to the ground device 5. To be more specific, the CPU 44 detects a state where the pieces of reply information transmitted from the on-vehicle devices 31a, 31b to the ground device 5 overlap with each other. Then, the CPU 44 activates the random-number determinator 46, which is random-number generating means, to randomly delay a timing at which the reply information is transmitted to the ground device 5. Besides, the CPU 44 sends a signal to confirm that the debit information and the like transmitted from the ground device 5 is received.

[0022]

The random-number determinator 46 determines a random number for determining the above timing in accordance with the command from the CPU 44. The delay counter 47 counts a call signal during a delay in accordance with the random number determined by the random-number determinator 46. Meanwhile, powers of the on-vehicle devices 31a, 31b are mainly supplied from a battery 50 such as a car battery or an electric cell.

[0023]

Each of the on-vehicle devices 31a, 31b includes the IC card insertion slot 42, the IC card I/F circuit 43, the CPU 44, the ROM 45, the random-number determinator 46, the delay counter 47, the communication circuit 48, the antenna 49, and the battery 50.

[0024]

Next, description will be given of operations in the above embodiment. In Fig. 1, when the two vehicles 3a, 3b enter the

communication area (unillustrated) of the antenna 2a disposed to the gantry 1a, the ground device 5 transmits a call signal a1 shown in Fig. 3(a) to the on-vehicle devices 31a, 31b respectively mounted on the on-vehicle device 31a via the antenna 2a. Here, description will be given of operations of the on-vehicle device 31a with use of Fig. 2.

[0025]

The call signal a1 is transmitted to the CPU 44 via the antenna 49 and the communication circuit 48 of the on-vehicle device 31a shown in Fig. 2. Upon receipt of the call signal a1, the CPU 44 reads the information on the automobile classification of the vehicle 3a stored in the ROM 45, and simultaneously read the information on the remaining balance stored in the IC card 41 that is inserted in the IC card insertion slot 42, via IC card I/F circuit 43. The CPU 44 replies with the information on the automobile classification and on the remaining balance as reply information from the on-vehicle device 31a, that is, as an identification signal b11 shown in Fig. 3(b), to the ground device 5 through the antenna 2a via the communication circuit 48 and the antenna 49.

[0026]

In the meanwhile, in the exactly same manner as described above, an identification signal b21 shown in Fig. 3(c) is replied to the ground device 5 from the on-vehicle device 31b concurrently with the identification signal b11. Thus, the ground device 5 concurrently receives the identification signals b11, b21 transmitted from the two on-vehicle devices 31a, 31b. However, the ground device 5 cannot recognize the contents, and accordingly retransmits call signals a2 shown in Fig. 3 (a) having the identical contents to those of the signal a1. This call signal a2 is retransferred to the CPU 44 as in the manner described above. At this point, the CPU 44 in the on-vehicle device 31a recognizes that the communication process has been failed in the ground device 5, and activates the random-number determinator 46. Then, the random-number determinator 46 determines a random number for determining a

delay timing to retransmit the identification signal b11 to the ground device 5, and sends the random number to the delay counter 47.

[0027]

In this case, on the basis of the random number, the delay counter 47 counts up to a call signal a3 (for example, a signal retransmitted for the second time after the identification signals b11, b21 overlap in the ground device 5) that is retransmitted from the ground device 5 and shown in Fig. 3(a). Thereafter, the delay counter 47 notifies the CPU 44 of the counting. When the CPU 44 receives the notification of counting up to the call signal a3 from the delay counter 47, the CPU 44 again reads the information on the automobile classification of the vehicle 3a and on the information on the remaining balance in the IC card 41 of the on-vehicle device 31a as an identification signal b11 through the above-described manner, and retransmits the signal to the ground device 5 through the antenna 2a via the communication circuit 48 and the antenna 49.

[0028]

Upon the receipt of the identification signal b11, the ground device 5 transmits, on the basis of this signal, information on the toll charge according to the automobile classification of the vehicle 3a as a debit signal c11 shown in Fig. 3(a), to the on-vehicle device 31a. The CPU 44 is notified of the debit signal c11 as in the manner described above. The CPU 44 replies with a confirmation signal d11 indicating that the debit signal c11 has been received, to the ground device 5. At this point, the CPU 44 in the on-vehicle device 31a temporarily terminates the communication process with the ground device 5.

[0029]

On the other hand, the CPU 44 in the on-vehicle device 31b receives the call signal a2, and detects the overlapping state (failure of the communication process) of the identification signals b11, b21 in the ground device 5. Then, as in the manner described above, in accordance with the random

number determined by the random-number determinator 46, the delay counter 47 counts up to a call signal a4 (for example, a signal retransmitted for the third time after the identification signals b11, b21 overlap in the ground device 5) that is transmitted from the ground device 5 and shown in Fig. 3(a) in this case. Accordingly, after the receipt of the signal a4 shown in Fig. 3(c), the CPU 44 in the on-vehicle device 31b transmits the identification signal b21 to the ground device 5. Thereafter, as in the above-described communication process in the on-vehicle device 31a, the ground device 5 and the CPU 44 in the on-vehicle device 31b exchange a debit signal c21 and a confirmation signal d21 therebetween.

[0030]

The CPU 44 in the on-vehicle device 31a shown in Fig. 2 transmits the confirmation signal d11 to the ground device 5, and then reads the information on the remaining balance in the IC card 41 that is inserted in the IC card insertion slot 42, via the IC card I/F circuit 43. The CPU 44 performs a subtraction process to subtract the amount to be debited in the debit signal c11 that the ground device 5 has transmitted, from the amount in the information on the remaining balance, and stores newly obtained information on the remaining balance into the IC card 41 through the IC card I/F circuit 43. In other words, the information on the remaining balance is rewritten. Moreover, the CPU 44 in the on-vehicle device 31b also performs the same processes after sending the confirmation signal d21. Furthermore, at the same time as the above debiting process is performed on the IC card 41 of each of the on-vehicle devices 31a, 31b, the ground device 5 subtracts the amount of the toll to be debited in each of the debit signals c11, c21 from the remaining balance of the IC card 41 of the on-vehicle devices 31a, 31b in each of the received identification signals b11, b21, and new remaining balances are calculated.

[0031]

Next, when the vehicles 3a, 3b shown in Fig. 1 concurrently enter the communication area of the antenna 2b disposed to the

gantry 1b, the ground device 5 communicates with the CPUs 44 of the respective on-vehicle devices 31a, 31b to confirm the subtraction processes. The communication sequence at this time is the same as that in Fig. 3. For instance, the ground device 5 sends call signals a1 via the antenna 2b. The CPUs 44 of the respective on-vehicle devices 31a, 31b reply with identification signals b11, b21 to the ground device 5 at separate timings from each other as in the manner described above. The ground device 5 compares the information on the remaining balance newly transmitted in the identification signal b11 with the new information on the remaining balance in the IC card 41 of the on-vehicle device 31a previously calculated. Then, the ground device 5 sends a debit signal c11 indicating that the debit is correct. In response to this debit signal c11, the CPU 44 of the on-vehicle device 31a replies with a confirmation signal d11 to the ground device 5 via the antennas 49, 2b, and then all of the operations are completed. Moreover, the exactly same processes as the operations described above are performed on the identification signal b21 transmitted to the ground device 5.

[0032]

As described above, the CPU 44 detects the overlapping state, in the ground device 5, of the pieces of reply information from the two on-vehicle devices 31a, 31b, and activates the random-number determinator 46. On the basis of the obtained random number, the delay counter 47 provides the random delay time to the transmission timing of sending the information to the ground device 5. Therefore, it is possible to avoid the occurrence of the overlapping state. Accordingly, the overlapping state is prevented from inhibiting the communications between the CPU 44 and the ground device 5. Thereby, it is possible to improve the reliability of the communications. Incidentally, it is needless to say that normal communications are performed in cases of three or more vehicles, i.e., three or more on-vehicle devices, as well, according to the present invention.

[0033]

[Effects of the Invention]

As has been described, according to the present invention, random-number generating means and a counter provide a random delay to a transmission timing at which an on-vehicle device sends reply information to a ground device. Thereby, it is possible to prevent a failure of communications due to continuous overlaps of reply information sent from the on-vehicle device to the ground device with reply information from another on-vehicle device. Moreover, it is possible to improve the communication reliability.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] Fig. 1 is an image view of a toll collection system which is a subject of the present invention.

[Fig. 2] Fig. 2 is a block diagram of an on-vehicle device according to one embodiment of the present invention.

[Fig. 3] Fig. 3 is a drawing showing an example of a communication sequence for avoiding an overlap of reply information from the on-vehicle device according to the same embodiment.

[Fig. 4] Fig. 4 is an image view of a toll collection system which is a subject of the present invention.

[Fig. 5] Fig. 5 is a block diagram of a conventional on-vehicle device.

[Fig. 6] Fig. 6 is a drawing for explaining a normal sequence of communications between the conventional on-vehicle device and a ground device.

[Fig. 7] Fig. 7 is a drawing for explaining an overlap of reply information between multiple on-vehicle devices, which is a conventional problem.

[Description of Reference Numerals]

1a, 1b gantry

2a, 2b antenna

3a, 3b vehicle

5 ground device

31a, 31b on-vehicle device

41 IC card  
42 IC card insertion slot  
43 IC card I/F circuit  
44 CPU  
45 ROM  
46 random-number determinator  
47 delay counter  
48 communication circuit  
49 antenna  
50 battery

Continued from the front page.

(72) Inventor: Kimiyuki Yamamoto  
c/o Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.  
Kobe Shipyard and Machinery Works  
1-1-1 Wadasaki-cho, Hyogo-ku, Kobe, Hyogo

Fig. 1

1a GANTRY  
1b GANTRY  
2a ANTENNA  
3a VEHICLE  
31a ON-VEHICLE DEVICE  
5 GROUND DEVICE

Fig. 2

31a,31b ON-VEHICLE DEVICE  
41 IC CARD  
42 IC CARD INSERTION SLOT  
43 IC CARD I/F CIRCUIT  
46 RANDOM-NUMBER DETERMINATOR  
47 DELAY COUNTER  
48 COMMUNICATION CIRCUIT  
49 ANTENNA  
50 BATTERY

Fig. 3

- (a) INFORMATION TRANSMITTED FROM ANTENNA 2a  
TIME
- (b) INFORMATION REPLIED FROM ON-VEHICLE DEVICE 31a  
TIME
- (c) INFORMATION REPLIED FROM ON-VEHICLE DEVICE 31b  
TIME

Fig. 5

12 COMMUNICATION CIRCUIT  
15 IC CARD I/F CIRCUIT  
16 IC CARD INSERTION SLOT  
17 BATTERY  
18 IC CARD

Fig. 6

- (a) INFORMATION TRANSMITTED FROM ANTENNA 2a

TIME  
(b) INFORMATION REPLIED FROM ON-VEHICLE DEVICE 4  
TIME

Fig. 7

(a) INFORMATION TRANSMITTED FROM ANTENNA 2a  
TIME  
(b) INFORMATION REPLIED FROM FIRST ON-VEHICLE DEVICE 4  
TIME  
(c) INFORMATION REPLIED FROM SECOND ON-VEHICLE DEVICE 4  
TIME